

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «20» июня 2025 г. № 1231

Регистрационный № 95726-25

Лист № 1
Всего листов 7

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекты калибровочных мер Э9-209

Назначение средства измерений

Комплекты калибровочных мер Э9-209 (далее – Э9-209) предназначены для измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения СВЧ узлов и устройств с волноводными соединителями, для воспроизведения и хранения единиц комплексных коэффициентов передачи и отражения в волноводных трактах и применяются при калибровке (градуировке) анализаторов цепей векторных.

Возможно использование Э9-209 в качестве рабочего эталона (разряды для рабочих эталонов в государственной поверочной схеме не указаны) единиц комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц.

Описание средства измерений

Э9-209 выпускаются в модификациях Э9-209/35, Э9-209/23, Э9-209/16, Э9-209/11, Э9-209/7.2, Э9-209/5.2, Э9-209/3.6, Э9-209/2.4, Э9-209/1.6, отличающихся диапазоном рабочих частот и предназначенных для работы в соответствующих сечениях волноводных трактов $35,0 \times 15,0$; $23,0 \times 10,0$; $16,0 \times 8,0$; $11,0 \times 5,5$; $7,2 \times 3,4$; $5,2 \times 2,6$; $3,6 \times 1,8$; $2,4 \times 1,2$; $1,6 \times 0,8$ мм.

Принцип действия Э9-209 основан на формировании мерами из его состава коэффициентов отражения и передачи, необходимых для калибровки векторных анализаторов цепей. Меры выполнены в виде плоского короткозамыкателя и отрезков полого прямоугольного волновода с прецизионными размерами.

Э9-209 состоят из мер линий волновода длинами $\lambda/4$, $\lambda/8$, $3\lambda/8$ (далее – меры), плоского короткозамыкателя, уложённых в футляр. Каждая мера имеет стандартный фланец для подключения к тракту.

Знак поверки может наноситься на верхнюю панель футляра.

Общий вид Э9-209 представлен на рисунках 1 – 4. Места для нанесения знака утверждения типа и знака поверки представлены на рисунке 1. Маркировка с обозначением наименования, типа, модификации, серийного номера, состоящего из 8 цифр и идентифицирующего каждый экземпляр комплектов и мер, представлены на рисунках 1-4. Тип меры, серийный номер нанесены на каждую меру методом гравировки.

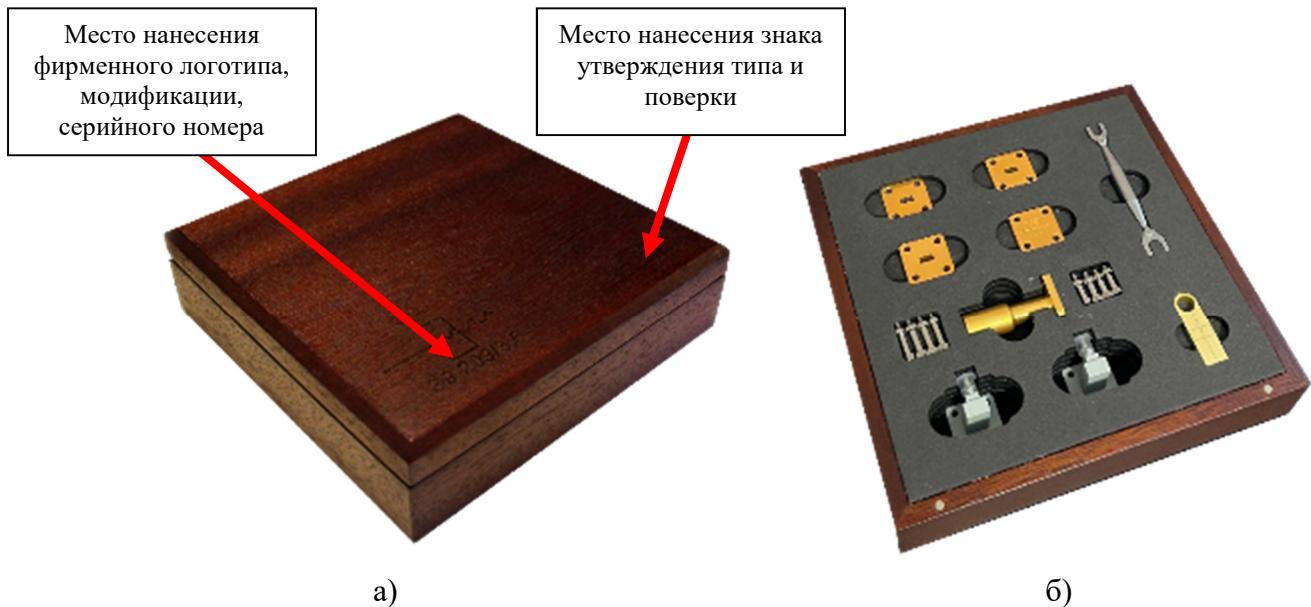


Рисунок 1 – Общий вид Э9-209 в а) закрытом и б) открытом футляре (полная комплектация)

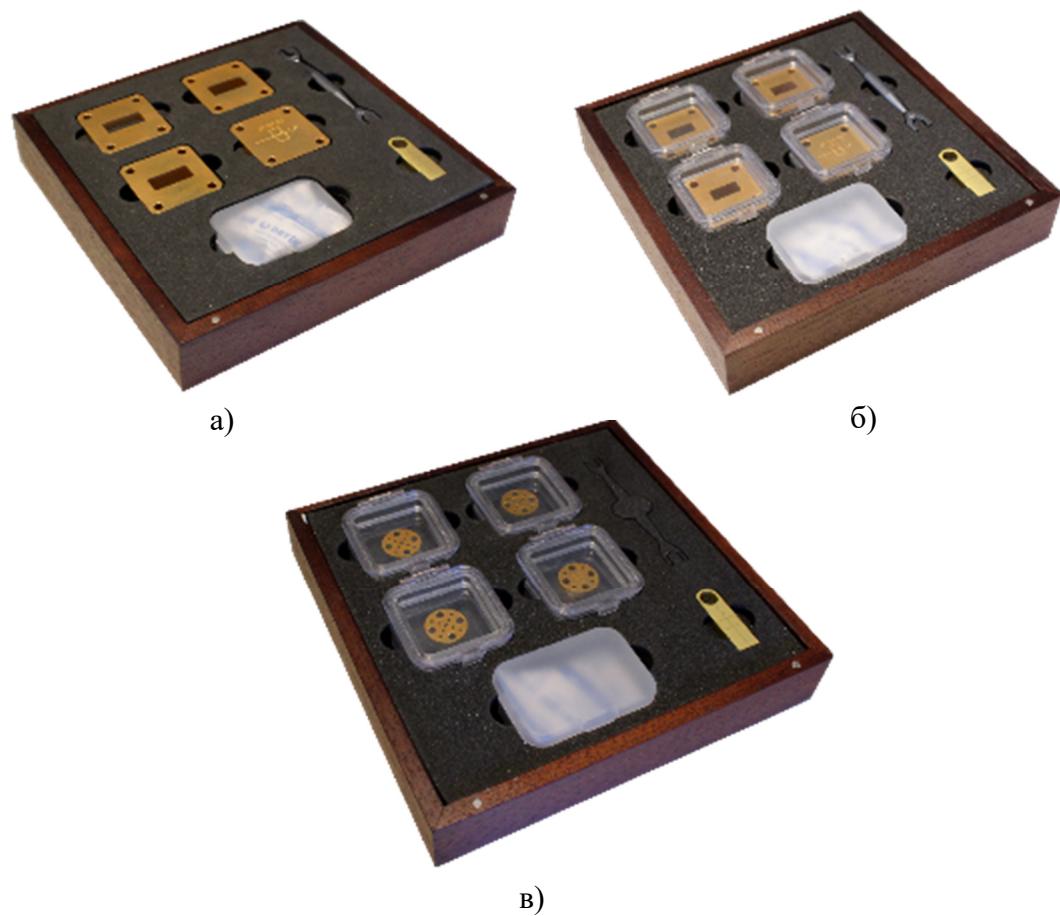


Рисунок 2 – Общий вид а) Э9-209/35, Э9-209/23; б) Э9-209/16, Э9-209/11, Э9-209/7.2;
в) Э9-209/5.2, Э9-209/3.6, Э9-209/2.4, Э9-209/1.6

Место нанесения серийного номера

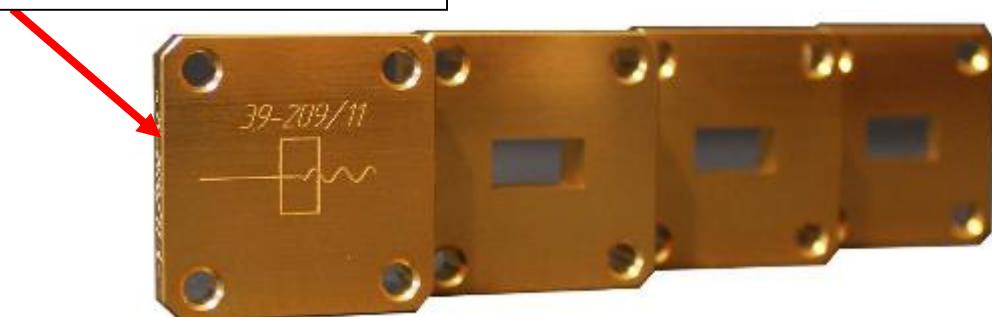


Рисунок 3 – Общий вид мер из комплекта калибровочных мер модификации Э9-209/11

Место нанесения серийного номера



Рисунок 4 – Общий вид мер из комплекта калибровочных мер Э9-209/3.6

Метрологические и технические характеристики

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Сечения волноводных трактов	
Э9-209/35	35,0×15,0
Э9-209/23	23,0×10,0
Э9-209/16	16,0×8,0
Э9-209/11	11,0×5,5
Э9-209/7.2	7,2×3,4
Э9-209/5.2	5,2×2,6
Э9-209/3.6	3,6×1,8
Э9-209/2.4	2,4×1,2
Э9-209/1.6	1,6×0,8

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение		
Диапазон рабочих частот, ГГц			
Э9-209/35	от 5,64 до 8,15		
Э9-209/23	от 8,15 до 12,05		
Э9-209/16	от 12,05 до 17,44		
Э9-209/11	от 17,44 до 25,95		
Э9-209/7.2	от 25,95 до 37,50		
Э9-209/5.2	от 37,50 до 53,57		
Э9-209/3.6	от 53,57 до 78,33		
Э9-209/2.4	от 78,33 до 118,1		
Э9-209/1.6	от 118,1 до 178,4		
Номинальные длины мер для сечений, мм	$\lambda/8$	$\lambda/4$	$3\lambda/8$
35,0×15,0	7,065	14,130	21,195
23,0×10,0	5,020	10,040	15,060
16,0×8,0	3,385	6,775	10,160
11,0×5,5	2,290	4,590	6,880
7,2×3,4	1,615	3,225	4,845
5,2×2,6	1,090	2,185	3,275
3,6×1,8	0,755	1,510	2,265
2,4×1,2	0,510	1,025	1,535
1,6×0,8	2,360	0,680	1,690
Пределы допускаемого отклонения действительного значения длины меры от номинального значения, мм	$\pm 0,03$		
Модуль коэффициента отражения короткозамыкателя, не менее	0,97		
Характеристики, передаваемые анализаторам цепей векторным:			
– доверительные границы абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) модуля коэффициента отражения $ S_{ii} $ в диапазоне значений от 0 до 1, для сечений, отн. ед.:			
– 35,0×15,0, 23,0×10,0,	$\pm(0,006 \cdot [1+ S_{ii}] + 2 \cdot \sigma(S_{ii}) \cdot *)$		
– 16,0×8,0, 11,0×5,5, 7,2×3,4,	$\pm(0,007 \cdot [1+ S_{ii}] + 2 \cdot \sigma(S_{ii}))$		
– 5,2×2,6, 3,6×1,8,	$\pm(0,008 \cdot [1+ S_{ii}] + 2 \cdot \sigma(S_{ii}))$		
– 2,4×1,2, 1,6×0,8	$\pm(0,011 \cdot [1+ S_{ii}] + 2 \cdot \sigma(S_{ii}))$		
– доверительные границы абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) фазы коэффициента отражения в диапазоне значений модуля $ S_{ii} $ от 0,03 до 1, градус	$\pm[1,0 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S_{ii} / S_{ii})]$		
– доверительные границы составляющей абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013, для сечений, дБ:			
– 35,0×15,0, 23,0×10,0, 16,0×8,0, 11,0×5,5,	$\pm 0,05$		
– 7,2×3,4, 5,2×2,6, 3,6×1,8, 2,4×1,2, 1,6×0,8	$\pm 0,10$		

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
– доверительные границы абсолютной погрешности $\Delta S_{ji} $ измерений ($P=0,95$) модуля коэффициента передачи $ S_{ji} $ согласованных четырехполюсников в диапазоне нормируемых значений погрешности из-за нелинейности L приемников векторных анализаторов цепей, дБ	$\pm(T+L+2\cdot\sigma(S_{ij} ^{**}))$
– доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) фазы коэффициента передачи $ S_{ji} $, градус	$\pm[0,5+(180/\pi)\cdot\arcsin(\Delta S_{ji} /8,6)]$
$\sigma(S_{ii})^*$ – среднее квадратическое отклонение случайной погрешности измерений $ S_{ii} $. $\sigma(S_{ij})^{**}$ – среднее квадратическое отклонение случайной погрешности измерений $ S_{ij} $.	

Таблица 2 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Тип поддерживаемой калибровки	TRL, multilineTRL
Габаритные размеры, мм, не более:	
- длина	220
- ширина	220
- высота	60
Масса, кг, не более	2,0
Рабочие условия применения:	
- температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
- относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

Знак утверждения типа

наносится на футляр методом гравировки и титульный лист руководства по эксплуатации типографским или иным способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 3 – Комплектность

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт./экз.
Мера $\lambda/8$ (опционально)	Э9-209/XX-1	1
Мера $\lambda/4$	Э9-209/XX-2	1
Мера $3\lambda/8$ (опционально)	Э9-209/XX-3	1
Короткозамыкатель плоский (КЗ)	Э9-209/XX-4	1
Нагрузка фиксированная согласованная (опционально)	НФС	1*
Коаксиально-волноводный переход (опционально)	—	2*
Волноводно-волноводный переход (опционально)	—	2*
Ключ (опционально)	—	1*
Ключ динамометрический (опционально)	—	1*
Винты (опционально)	—	4*
Футляр	—	1
Транспортировочный кейс (опционально)	—	1*

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт./экз.
USB накопитель с описанием комплекта	—	1
Формуляр	—	1
Руководство по эксплуатации	—	1

* – количество определяется комплектом поставки

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 5 «Порядок работы» документа РЭ «Комплекты калибровочных мер Э9-209. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 5 августа 2024 г. № 1796 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц»;

МИ 3411-2013 ГСИ. Анализаторы, цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик;

ТУ.МВТ.757839.023 Комплекты калибровочных мер Э9-209. Технические условия.

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Микроволновые технологии»
(ООО «Микроволновые технологии»)

ИНН 6732247769

Адрес юридического лица: 214031, Смоленская обл., Г.О. Город Смоленск,
г. Смоленск, ул. Рыленкова, д. 9А, помещ. 8

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Микроволновые технологии»
(ООО «Микроволновые технологии»)

ИНН 6732247769

Адрес: 214031, Смоленская обл., Г.О. Город Смоленск, г. Смоленск, ул. Рыленкова,
д. 9А, помещ. 8

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, рп. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ», к. 11

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц 30002-13.

